

## **Verfahren zur Herstellung von Kolben bzw. Kolbenbauteilen sowie Schmiedewerkzeug**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Kolben bzw. Kolbenbauteilen, wie Kolbenköpfen, insbesondere für Verbrennungskraftmaschinen.

Der DE-A 3801847 ist ein Verfahren zur Herstellung von Kolben für Brennkraftmaschinen zu entnehmen, wobei jeder Kolben wenigstens ein metallisches Verstärkungsteil aufweist. Das aus einem Werkstoff mit offenen Poren bestehende metallische Verstärkungsteil wird erhitzt und in ein vorgeheiztes Gesenk eingebracht. In das Gesenk wird eine vorgebbare Menge einer Aluminium- oder Aluminium-Legierungsschmelze eingebracht. In das Gesenk wird ein Stempel derart eingeführt, daß das Aluminium oder die Aluminiumlegierung während ihres Erstarrens unter Druck gesetzt wird, wobei das unter Druck stehende Metall das metallische Verstärkungsteil umfließt, die Kolbenform füllt und dabei die offenen Poren des metallischen Verstärkungsteiles ausfüllt. Nach dem Erstarren der Schmelze wird der Kolben mit dem metallischen Verstärkungsteil aus dem Gesenk entfernt und der Kolben anschließend auf Endmaße bearbeitet.

Durch die DE-A 19935410 ist ein Kolben, insbesondere für eine Brennkraftmaschine, bekannt geworden, der einen ein Bolzenloch aufweisenden Kolbenschaft und ein sich daran anschließendes Ringfeld aufweist. Ausgehend von dem Bolzenloch erstrecken sich Stege in Richtung des Ringfeldes und/oder in Richtung des dem Ringfeld abgewandten Endes des Kolbenschaftes. Ein derartiger Kolben wird vorzugsweise durch Gießen erzeugt.

In der DE-A 3222582 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbenbodens für einen gebauten Kolben, insbesondere für Großdieselmotoren, beschrieben mit gewölbeartigem Kolbenbodenmittelteil umlaufender Kolbenbodenschulter und innenseitig angeordneter umlaufender Nabe, wobei die Kolbenbodenschulter zur Aufnahme von Kolbenringen bestimmt und zum Aufsetzen auf einen separat gefertigten Kolbenschaft eingerichtet ist, an dem auch die umlaufende Nabe mittels Verschraubung und/oder Verschweißung anschließbar ist. Aus einem schmiedbaren warmfesten Stahl wird in einem ersten Verformungsschritt ein Napf geschmiedet, der einen dem Kolbenbodenmittelteil entsprechenden Bereich und einen umlaufenden Kragen aufweist. Danach wird in einem zweiten Verformungsschritt unter weiterer Ausformung des Kolbenbodenmittelteiles aus dem Kragen die Kolbenbodenschulter, sowie die innenseitig umlaufende Nabe geschmiedet. Diese Art des Schmiedens in Achsrichtung des Kolbenbodens erlaubt lediglich Konturen mit vorgebbaren Wandstärken, insbesondere radialen Wandstärken, wobei ein erhöhter Materialaufwand bei entsprechend gewichtsintensiver Bauform gegeben ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Kolben bzw. Kolbenbauteilen, wie Kolbenköpfen, zu konzipieren, mittels welchem die leicht verschleißenden Aluminiumschürzen entbehrlich sind und bei reduziertem Materialaufwand ein bezüglich seiner Wandstärken optimierter, leicht bauender Kolben bzw. ein entsprechendes Kolbenbauteil, wie ein Kolbenkopf, erhältlich ist. Des weiteren soll ein Schmiedewerkzeug konzipiert werden, mittels welchem derartige Kolben bzw. Kolbenbauteile in einfacher Art hergestellt werden können, wobei auch komplizierte Bauformen möglich sein sollen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung von Kolben bzw. Kolbenbauteilen, wie Kolbenköpfen, insbesondere für Verbrennungskraftmaschinen, indem in einem ersten Arbeitsschritt der den

09837551.04.901

späteren Kolben bzw. das spätere Kolbenbauteil ergebende Grundkörper in einer vorgebbaren Achsrichtung durch Ausformung entsprechender Konturen vorgeschmiedet und in mindestens einem weiteren Arbeitsschritt der vorgeformte Kolbenkörper in mindestens einer weiteren Achsrichtung unter Bildung weiterer Konturen fertiggeschmiedet wird.

Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind den zugehörigen Unteransprüchen zu entnehmen.

Diese Aufgabe wird auch gelöst durch ein Schmiedewerkzeug, beinhaltend mehrere im Bereich oberer und unterer Gesenkteile vorgesehener Werkzeugteile, die zur Vor- und Ausformung von Kolben bzw. Kolbenbauteilen, wie Kolbenköpfen, in mehreren, durch Achsen gebildeten Ebenen in Richtung eines Grundkörpers bewegbar sind, wobei Werkzeugteile mindestens eines der Gesenkteile für das Vorschmieden und Werkzeugteile mindestens eines der Gesenkteile für das Fertigschmieden einsetzbar sind.

Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Schmiedewerkzeuges sind den zugehörigen Unteransprüchen zu entnehmen.

Abweichend zum Herstellungsverfahren gemäß DE-A 3801847 kann somit ein aus Stahl bestehender ggf. stabartiger Grundkörper zum Einsatz gelangen, der durch mehrdimensionales (mehrachsiges) Schmieden innerhalb des gleichen Schmiedewerkzeuges erzeugt werden kann. Aluminiumschürzen, wie sie dem Stand der Technik zu entnehmen sind, sind demzufolge entbehrlich.

In seiner einfachsten Ausgestaltung wird der Kolben durch zweiachsige Schmiedeumformung eines aus Stahl bestehenden Grundkörpers erzeugt, wobei die Schmiedeachsen vorzugsweise senkrecht aufeinander stehen. Bei komplexeren Kolbengeometrien ist es auch denkbar, daß die

Schmiedeumformung in mindestens einer weiteren Ebene erfolgt, die dann geneigt zu den vorab angeführten senkrecht aufeinander stehenden Ebenen liegt.

Das Konzept der Herstellung eines multiaxial durch Schmieden gefertigten Kolbens bzw. Kolbenbauteiles löst hierbei – wie bereits angesprochen – das Problem konventioneller Konfigurationen, nämlich den vorzeitigen Verschleiß von Aluminiumschürzen, dadurch, daß der Kolben bzw. das Kolbenbauteil eine (aus Stahl) integrierte Führungsschürze besitzt. Das in der DE-A 3222582 beschriebene Verfahren gibt hierzu keine Anregungen. Durch das mehrachsige Schmieden eines gegebenenfalls stabartigen Grundkörpers können auch filigrane Konturen erzeugt werden, die bislang nur gießtechnisch realisierbar waren und zwar bei geringstmöglichem Materialeinsatz.

Der Erfindungsgegenstand ist in der Zeichnung dargestellt und wird wie folgt beschrieben. Es zeigen

Fig. 1        Prinzipskizze des Herstellvorganges von Kolbenköpfen

Fig. 2        Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Schmiedewerkzeuges

Fig. 3        Nach dem Verfahren gem. Fig. 1 in einem Schmiedewerkzeug gem. Fig. 2 geschmiedeter Kolbenkopf

Fig. 1 zeigt als Prinzipskizze den Fertigungsablauf zur Herstellung von Kolbenköpfen. Ein aus Stahl bestehender stabförmiger Grundkörper 1 wird erwärmt (beispielsweise Induktionserwärmung) und in einem bedarfsweise vorgeheizten Gesenk in Achsrichtung 1' gestaucht. Im Grundkörper 1 wird im gleichen Gesenk und in gleicher Achsrichtung ein Hohlkörper 2 ausgeformt und erste radiale Umfangsflächen 3 in entsprechender Weise vorgegeben. Gleichzeitig werden im Bereich der oberen Stirnfläche 4 erste Profilierungen 5

angeformt. Durch weitere Umformung werden Seitenbereiche 6 angeformt und die Kontur des Hohlraumes 2 optimiert, wobei die Seitenbereiche 6 dem Außenradius des Hohlkörpers 2 entsprechen. Der so vorgeformte Kolbenkörper 7 wird von Materialüberständen 8 befreit. Die bisher beschriebenen Umformungen des Grundkörpers 1 bis hin zur Erzeugung des vorgeformten Kolbenkörpers 7 entsprechen einem ersten Arbeitsschritt A, zumal alle Um- und Anformungen in der gleichen Achsrichtung (Pfeil) erfolgt sind.

In ein und demselben Schmiedewerkzeug findet nun ein zweiter Umformprozess des vorgeformten Kolbenkörpers 7 statt, indem die einander gegenüberliegenden Seiten 6 einer radialen Stauchung unterzogen werden, so daß sie innerhalb der Grenzen des Durchmessers des vorgeformten Kolbenkörpers 7 positioniert sind. Ggf. nicht benötigte Materialteile 9 werden entfernt, wobei dieser Vorgang bauteilabhängig ist und nicht zwangsläufig zu erfolgen hat.

Fig. 2 zeigt als Prinzipskizze ein Schmiedewerkzeug 10, bestehend aus einem oberen Gesenkteil 11 sowie einem unteren Gesenkteil 12. Die linke Seite von Fig. 2 zeigt das Schmiedewerkzeug 10 in geöffnetem Zustand, während die rechte Seite von Fig. 2 das Schmiedewerkzeug 10 in geschlossenem Zustand darstellt. Im oberen Gesenkteil 11 sind Werkzeugteile 13,14,15 vorgesehen, während das untere Gesenkteil 12 Werkzeugteile 16,17 beinhaltet. Die im unteren Gesenkteil 12 positionierten Werkzeugteile 16 sind über Hydraulikzylinder 18 in Pfeilrichtung betätigbar. Die Werkzeugteile 13,16 stehen mit Gleitflächen 19,20 im unteren Gesenkteil 12 in Wirkverbindung. Für den ersten Arbeitsschritt A wird das obere Gesenkteil 11 samt Werkzeugteilen 13,14,15 in Achsrichtung 1' des unteren Gesenkteiles 12 bewegt. Die Werkzeugteile 16 haben eine entsprechende Grundposition eingenommen, damit die in Fig.1 zum Arbeitsschritt A angeführten Umformungen in senkrechter Richtung durchgeführt werden können. Im zweiten Arbeitsschritt

D5837951-041901

werden die Werkzeugteile 16 über die Hydraulikzylinder 18 in radialer Achsrichtung 1'' zugestellt, so daß die dem Arbeitsschritt B zugrunde liegenden Umformungen herbeigeführt werden können.

Fig. 3 zeigt als räumliche Darstellung den aus dem Grundkörper 1 im Verlauf mehrachsig durchgeführter Schmiede-Arbeitsschritte A,B .. gefertigten Kolbenkopf 7, wobei die Seitenbereiche 6 innerhalb der Grenzen des Durchmessers 21 vorgesehen sind. Die Seitenbereiche 6 werden später aufgebohrt und dienen zur hülsenfreien Aufnahme eines, verglichen mit dem Stand der Technik, kurzbauenden, nicht weiter dargestellten Kolbenbolzens. Die Kolbenschürze 22, die dem Durchmesser 21 des Kolbenkopfes 7 entspricht, ist in wandstärkenoptimierter Form vorgesehen und läuft unter Bildung von Stegen 23 in die radial zurückgesetzten Seitenbereiche 6 aus.

05837951.04.1901

**Bezugszeichenliste**

- |     |  |
|-----|--|
| 1   | Grundkörper                            |
| 1'  | Achsrichtung                           |
| 1'' | Achsrichtung                           |
| 2   | Hohlkörper                             |
| 3   | radiale Umfangsfläche                  |
| 4   | obere Stirnfläche                      |
| 5   | Profilierungen                         |
| 6   | Seitenbereich                          |
| 7   | vorgeformter Kolbenkörper (Kolbenkopf) |
| 8   | Materialüberstand                      |
| 9   | Materialteil                           |
| 10  | Schmiedewerkzeug                       |
| 11  | oberes Gesenkteil                      |
| 12  | unteres Gesenkteil                     |
| 13  | Werkzeugteil                           |
| 14  | Werkzeugteil                           |
| 15  | Werkzeugteil                           |
| 16  | Werkzeugteil                           |
| 17  | Werkzeugteil                           |
| 18  | Hydraulikzylinder                      |
| 19  | Gleitfläche                            |
| 20  | Gleitfläche                            |
| 21  | Durchmesser                            |
| 22  | Kolbenschürze                          |
| 23  | Steg                                   |

05837951-041501

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Kolben bzw. Kolbenbauteilen wie Kolbenköpfen (7), insbesondere für Verbrennungskraftmaschinen, indem in einem ersten Arbeitsschritt (A) der den späteren Kolben bzw. das spätere Kolbenbauteil ergebende Grundkörper (1) in einer vorgebbaren Achsrichtung (1') durch Ausformung entsprechender Konturen (2,3,4,5,6) vorgeschmiedet und in mindestens einem weiteren Arbeitsschritt (B) der vorgeformte Kolbenkörper (7) in mindestens einer weiteren Achsrichtung (1'') unter Bildung weiterer Konturen (6) fertiggeschmiedet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Arbeitsschritt (A) die Vorformung des Grundkörpers (1) in Richtung seiner Längsachse (1') umfaßt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im ersten Arbeitsschritt (A) ein stabartiger, ggf. zylindrischer Grundkörper (1) gestaucht und unter Bildung einer Kolbenschürze (22) mit einem Hohlraum (2) versehen wird, wobei in dieser Achsrichtung (1') Konturen (3-6) im Bereich der inneren und äußeren Umfangs- (3) sowie oberen und unteren Stirnfläche (4) der Kolbenschürze (22) angeformt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem weiteren Arbeitsschritt (B) am vorgeformten Kolbenkörper (7) in einer zweiten Achsrichtung (1'') weitere Konturen (6) durch Schmieden etwa um 90° quer zur ersten Achsrichtung (1'), insbesondere der Längsachse, angeformt werden.

0937591-041901

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Arbeitsschritte des Längs- (A) und des Querschmiedens (B) in dem gleichen Schmiedewerkzeug (10) durchgeführt werden, wobei der Grundkörper (1) vor Einbringung in das Schmiedewerkzeug (10) ggf. erwärmt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß im Verlauf des weiteren Arbeitsschrittes (B) die Wandstärken des vorgeformten Kolbenkörpers (7), ggf. unter Bildung von versteifenden Elementen (23), reduziert werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß im Verlauf eines der Arbeitsschritte (A,B) am vorgeformten Kolbenkörper (7) eine integrierte Kolbenschürze (22) dergestalt angeformt wird, daß sie im Verlauf des Arbeitsschrittes (B) innerhalb der Grenzen des Durchmessers (21) der Kolbenschürze (22) vorgesehen wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Grundkörper (1) aus Stahl eingesetzt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ggf. in einem weiteren Arbeitsschritt eine Umformung des Kolbenkörpers (7) in einer weiteren Ebene erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Herstellung insbesondere von Kolbenköpfen (7) im Verlauf mindestens eines der Arbeitsschritte (A,B) Materialüberstände (8) entfernt und/oder Ausnehmungen (9), insbesondere durch Stanzen, erzeugt werden.

0937961 "041901

11. Schmiedewerkzeug, beinhaltend mehrere im Bereich oberer (11) und unterer Gesenkteile (12) vorgesehener Werkzeugteile (13,14,15,16,17) die zur Vor- und Ausformung von Kolben bzw. Kolbenbauteilen wie Kolbenköpfen (7) in mehreren, durch Achsen (1',1'') gebildeten Ebenen in Richtung eines Grundkörpers (1) bewegbar sind, wobei Werkzeugteile (13-17) mindestens eines der Gesenkteile (11,12) für das Vorschmieden und Werkzeugteile (16) mindestens eines der Gesenkteile (12) für das Fertigschmieden einsetzbar sind.
12. Schmiedewerkzeug nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß diejenigen Werkzeugteile (13-15) des oberen Gesenkteiles (11) für das Vorschmieden und diejenigen Werkzeugteile (16,17) des unteren Gesenkteiles (12) für das Fertigschmieden einsetzbar sind.
13. Schmiedewerkzeug nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugteile (16,17) des unteren Gesenkteiles (12) etwa 90° quer zur Bewegungsrichtung der Werkzeugteile (13-15) des oberen Gesenkteiles (11) bewegbar sind.
14. Schmiedewerkzeug nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugteile (16) des unteren Gesenkteiles (12) insbesondere durch Hydraulikzylinder (18) quer zu den Werkzeugteilen (13-15) des oberen Gesenkteiles (11) bewegbar sind.
15. Schmiedewerkzeug nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Werkzeugteile (13,16) des oberen (11) sowie des unteren Gesenkteiles (12) im Bereich des unteren Gesenkteiles (12) mit in unterschiedlichen Ebenen angeordneten Gleitflächen (19,20) in Eingriff bringbar sind.

### Zusammenfassung

Verfahren zur Herstellung von Kolben bzw. Kolbenbauteilen wie Kolbenköpfen, insbesondere für Verbrennungskraftmaschinen, indem in einem ersten Arbeitsschritt der den späteren Kolben bzw. das spätere Kolbenbauteil ergebende Grundkörper in einer vorgebbaren Achsrichtung durch Ausformung entsprechender Konturen vorgeschmiedet und in mindestens einem weiteren Arbeitsschritt der vorgeformte Kolbenkörper in mindestens einer weiteren Achsrichtung unter Bildung weiterer Konturen fertiggeschmiedet wird.

Fig. 2

09837951.041901